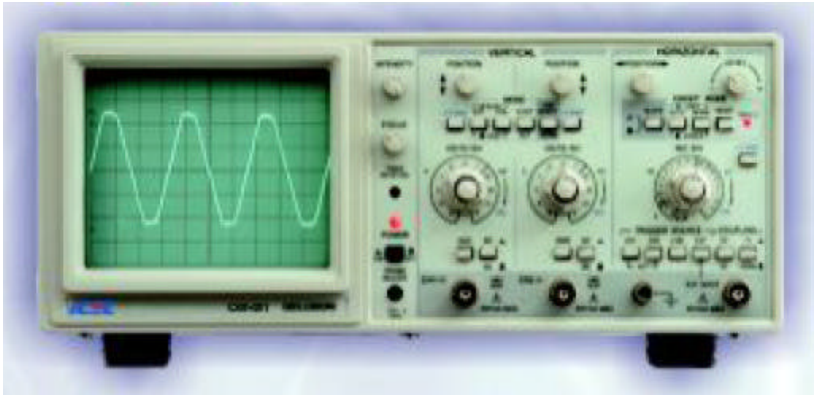
Manual de instruções

Osciloscópio OS-21



Tradução: Igor Machado Malaquias – Novembro de 2006

Atenção

Está é uma tradução do manual de instruções que acompanha o osciloscópio modelo OS-21, de fabricação da ICEL MANAUS. Este documento não tem por objetivo substituir o manual original que acompanha o aparelho.

Ressalta-se que esta não é uma tradução “rígida” do manual original, algumas modificações no texto foram realizadas, de acordo com o julgamento do tradutor, com o objetivo de facilitar a compreensão do mesmo e do equipamento. Espera-se que este documento seja útil auxiliando na operação do instrumento.

O tradutor não se responsabiliza pelo uso das informações aqui apresentadas, nem pela interpretação errônea destas das mesmas.

UTILIZE POR CONTA E RISCO PRÓPRIO.

As marcas, logotipos e imagens, aqui citados e/ou apresentados, são propriedades de seus respectivos fabricantes.

As informações aqui divulgadas tem caráter educativo e informativo, o uso destas informações para fins comerciais é expressamente proibido.

Padrões utilizados neste instrumento

EN61010-1 (1993) → Requerimentos de segurança para equipamentos elétricos de medidas, controle, e uso em laboratórios;

EN-IEC61326-1 (1997) → Requerimentos de compatibilidade eletromagnética (EMC) para equipamentos elétricos de medidas e laboratórios;

O fabricante possui certificado ISO9001, portanto este produto foi projetado e construído de acordo com este certificado.

Atenção

Por favor leia com atenção as considerações a seguir, elas tem por objetivo evitar acidentes e prolongar vida útil do equipamento. Este instrumento deve ser utilizado em condições específicas e deve ser reparado somente por técnicos qualificados.

- *Uso de alimentação apropriada* → Utilizar somente em países onde as características de alimentação estão de acordo com as especificadas para este instrumento;

- *Aterramento* → O instrumento deve ser aterrado através do pino específico no conector de alimentação. Certifique-se de que o aterramento utilizado esteja em boas condições. O terminal de aterramento no painel frontal é utilizado para evitar choque elétrico e consequentemente ferimentos. Tenha certeza de que o instrumento está corretamente aterrado antes de conectar qualquer terminal;

- *Não opere o instrumento sem as tampas*;

- *Fusíveis* → Somente utilize fusíveis de acordo com os especificados;

- *Não utilize o equipamento se suspeitar de algo errado com ele* → Se suspeitar de que existe alguma coisa errada com o instrumento, ou que esteja fora das especificações técnicas, desligue-o;

- Se o osciloscópio é utilizado para medição de tensão diretamente na rede elétrica, algumas medidas adicionais devem ser tomadas de antemão. Se a ponta de prova for conectada diretamente, de forma errada, na rede elétrica, esta ou o próprio circuito interno do osciloscópio podem ser danificados.

Prolongando a vida útil

- Não utilize o instrumento em condições extremas de temperatura. A temperatura de trabalho é de 0ºC~40ºC. Não desloque o instrumento de locais muito frios para locais muito quentes, isto irá causar condensação dentro do instrumento e na tela;

- Não utilize o instrumento em locais muito úmidos ou muito secos. A umidade relativa para uso é de 35%~90% sem condensação;

- Não coloque o instrumento em locais onde ocorram vibrações ou próximo a campos magnéticos elevados.

Operação

- Os furos de ventilação do instrumento não devem ser obstruídos, não insira qualquer metal ou material através dos mesmos;

- Não vire o instrumento de cabeça para baixo ou puxe o mesmo através das pontas de prova ou cabo de alimentação.

Limpeza

Utilize panos macios com detergente neutro para limpar a oxidação ou poeira. Detergentes de alta volatilidade e solventes como benzina ou álcool não devem ser utilizados.

Calibração

Com o objetivo de manter este equipamento estável e em condição de operação, a calibração deve ser realizada a cada 1000 horas de operação, ou anualmente, o que acontecer primeiro.

Os seguintes símbolos são utilizados neste manual ou no equipamento:

Nº.	Símbolo	Significado	Nº.	Símbolo	Significado
1	⎓	DC	7	⏻	Desligado (OFF)
2	~	AC	8	+ −	Positivo, Negativo
3	⏚	GND	9	⚠	Risco de choque elétrico
4	⏚	Aterramento	10	⚠	Atenção
5	⏚	Conectado a carcaça	11	⎍	Botão pressionado
6	|	Ligado (ON)	12	⎕	Botão não pressionado

Índice

1 - Introdução 6

2 - Geral 6

3 - Especificações 6
- 3.1 - Deflexão vertical 6
- 3.2 - Sistema de “trigger” 7
- 3.3 - Deflexão horizontal 7
- 3.4 - Modo X-Y 7
- 3.5 - Sistema de intensidade do traço (Eixo-Z) 7
- 3.6 - Sinal para calibração 7
- 3.7 - CRT 7
- 3.8 - Alimentação 8
- 3.9 - Características físicas 9

4 - Funções dos controles 9
- 4.1 - Localização 9
- 4.2 - Função 10

5 - Instruções para operação 13
- 5.1 - Requisitos de segurança 13
- 5.2 - Checagem das condições do instrumento 13
- 5.3 - Medições 15
  - 5.3.1 - Medição de tensão 15
  - 5.3.2 - Medição de tempo 16
  - 5.3.3 - Medição de freqüência 17
  - 5.3.4 - Fase ou “atraso” entre dois sinais 18
  - 5.3.5 - Medidas de dois sinais distintos 19
  - 5.3.6 - Medidas de sinais em TV 20
  - 5.3.7 - Modo X-Y 20
  - 5.3.8 - Controle de intensidade externo 20

6 - Testes de performance e calibração do instrumento 21
- 6.1 - Calibração da fonte de alimentação 21
- 6.2 - Calibração do sistema de imagem (CRT) 21
- 6.3 - Ajuste do sinal de calibração 21
- 6.4 - Ajuste do sistema de deflexão vertical 22
- 6.5 - Calibração do sistema de deflexão horizontal 23
- 6.6 - Calibração do modo X-Y 23

Considerações finais 24

1 - Introdução

Obrigado por comprar o osciloscópio OS-21.

Por favor leia todo o manual previamente ao uso e mantenha-o sempre em boas condições.

Este instrumento é produzido estritamente de acordo com altos padrões de qualidade onde todos os elementos foram selecionados cuidadosamente.

Serviço pós-venda: Se algum problema for constatado com o instrumento, entre em contato com o revendedor , o quanto antes.

Cuidado: Somente nas condições especificadas o osciloscópio trabalhará de maneira satisfatória.

Devido ao transporte o traço do instrumento pode inclinar ligeiramente. Caso isto aconteça, por favor refaça o ajuste no painel frontal colocando o traço paralelo com a escala horizontal.

2 - Geral

A série de osciloscópios OS-21 são portáteis e possuem dois traços. A largura de banda do OS-21 é de 0~20MHz. O fator de deflexão vertical é de 5mV/div e 1mV/div por amplificação. Este instrumento utiliza um circuito de varredura de banda total, além disto um flexível e conveniente modo de "trigger" incorpora funções de seleção do sinal de um dos canais ou de sinais externos, além de possuir a função "ALT trigger" que permite observar dois sinais distintos.

O instrumento possui funções de sincronização TV-V e "trigger-lock" que permite observar todos os tipos de sinais estáveis. Os sinais de CH1 e CH2 podem ser disponibilizados através do canal de saída do "trigger" permitindo a conexão de um frequecímetro externo.

O instrumento é de fácil operação. Sua estrutura interna e tecnologia empregada torna fácil a reparação e calibração.

3 - Especificações

3.1 - Deflexão vertical

Item	Especificação
Modos de operação	Y1, Y2, ALT, CHOP, ADD, X-Y
Fator de deflexão (Y1 ou Y2)	5mV/div~10V/div na seqüência 1-2-5, 11 passos. Erro de ±5%
Modo MAG	x5 (Erro ±5%)
Largura de faixa	AC: 10Hz~20MHz -3dB DC: 0~20MHz -3dB
Largura de faixa em modo MAG	AC: 10Hz~5MHz -3dB DC: 0~5MHz -3dB
Tempo de subida	≤18ns, ≤10ns no modo MAG
Sobrecarga	≤5%
Umidade	≤5%
Modos de acoplamento	AC, GND, DC
Entrada	1±5%MΩ‖≤30pF (direto) 10±5%MΩ‖≤23pF (ponta de prova)
Tensão máxima	400V(DC, ACp-p)
Inversão	Somente Y2

3.2 - Sistema de “trigger”

Item	Especificação
Fontes de “trigger”	Y1, Y2, ALT, POWER, EXT
Acoplamento	AC/DC (EXT), NORM/TV
Polaridade	+, -
Faixa de freqüência sincronizável	Auto: 50Hz~20MHz
Nível de “trigger” mínimo	Trigger: 5Hz~20MHz INT: 1div; EXT 0,2Vp-p TV, INT: 2div EXT: 0,3Vp-p Trigger (20Hz~10MHz) INT: 2div
Entrada (“trigger” externo)	1±5%MΩ‖≤30pF
Tensão máxima	400V (DC, ACp-p)

3.3 - Deflexão horizontal

Item	Especificação
Modo de varredura	AUTO, TRIG, LOCK, SINGLE
Tempo de varredura	0,1us/div~0,2s/div na seqüência 1-2-5, 20 passos. Erro ±5%
Modo MAG	x5 (Erro ±10%)

3.4 - Modo X-Y

Item	Especificação
Sinal de entrada	Eixo-X: CH1 (Y1) Eixo-Y: CH2 (Y2)
Fator de deflexão	Mesmo que Y1
Resposta em freqüência	AC: 10Hz~1MHz -3dB DC: 0~1MHz -3dB
Entrada	Mesmo que Y1
Tensão máxima	Mesmo que Y1
Diferença de fase X-Y	≤3º (DC~50KHz)

3.5 - Sistema de intensidade do traço (Eixo-Z)

Item	Especificação
Mínimo nível de entrada	Nível TTL
Máxima tensão de entrada	50V (DC, ACp-p)
Resistência de entrada	10K
Polaridade	Nível baixo para brilho máximo
Faixa de freqüência	DC~5MHz

3.6 - Sinal para calibração

Item	Especificação
Forma de onda	Quadrada
Amplitude	0,5±2% Vp-p
Freqüência	1±2%KHz

3.7 - CRT

Item	Especificação
Persistência	Média
Área visível	8cm x 10 cm (1cm=1div)

3.8 - Alimentação

Item	Especificação
Tensão	110±10%V 220±10%V
Freqüência	60±5%Hz
Potência	35W máximo

3.9 - Características físicas

Item	Especificação
Peso	7,2kg
Dimensões	320mm x 130mm x 400mm (L x A x P)

4 - Descrição dos controles

4.1 - Localização

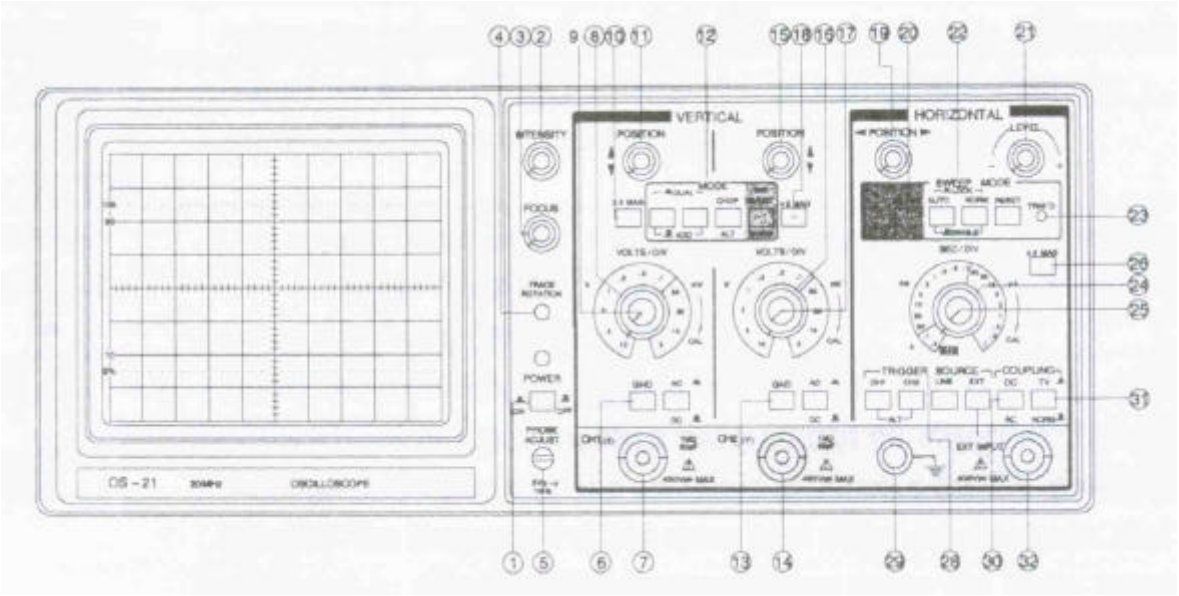


Diagrama 4-1 Painel frontal do osciloscópio OS-21

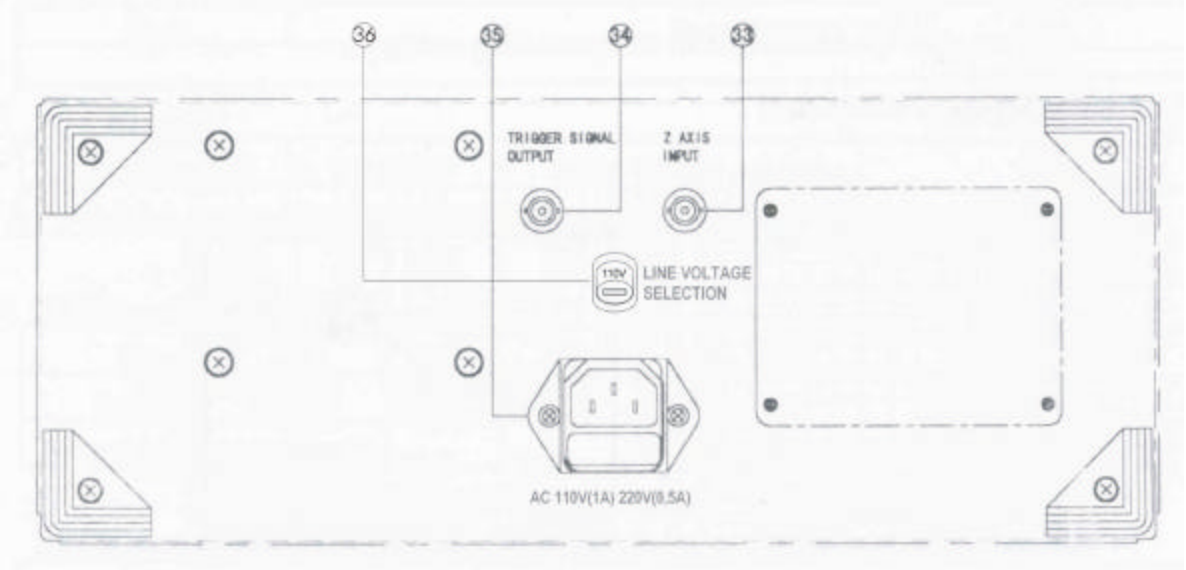


Diagrama 4-2 Painel traseiro

4.2 - Função

No.	Nome	Função
(1)	POWER (ALIMENTAÇÃO)	Pressione para ligar o instrumento, nesta condição o LED irá acender
(2)	INTENSITY (INTENSIDADE)	Ajuste de intensidade do traço. Girando no sentido horário o brilho irá aumentar.
(3)	FOCUS (FOCO)	Ajuste do foco do CRT.
(4)	TRACE ROTATION (ROTAÇÃO DO TRAÇO)	Ajuste da inclinação do traço, permite colocá-lo paralelo a escala horizontal.
(5)	PROBE ADJUST (AJUSTE DA PONTA DE PROVA)	Fornece uma onda quadrada com 0,5Vp-p e freqüência de 1KHz para juste da deflexão vertical e varredura.
(6)	AC, GND, DC	Seleção do modo de acoplamento do canal 1 (Y1). AC: A componente contínua do sinal é filtrada e somente a componente AC pode ser observada; DC: O sinal é acoplado diretamente, permitindo observar a componente contínua do sinal ou um sinal de freqüência muito baixa; GND: A entrada é aterrada, permite determinar a posição do traço quando o sinal de entrada esta em nível zero.
(7)	CH1 (X)	Possui duas funções, pode ser utilizado como terminal de entrada, para deflexão vertical através do canal 1, ou como sinal de entrada, para deflexão horizontal, no modo X-Y.
(8)	VOLTS/DIV	Seleção do fator de deflexão vertical. Possui 11 passos. Selecione o valor de acordo com a amplitude do sinal a ser medido.
(9)	VARIABLE (VARIAVÉL)	Ajuste contínuo do fator de deflexão vertical. Gire totalmente no sentido horário para escolher a posição de calibração (desabilitado). O valor de tensão é obtido através da leitura da posição de VOLTS/DIV e a amplitude mostrada na tela.
(10)	CH1 MAG	Permite a aplicar um ganho de 5 vezes no sinal de entrada.
(11)	Y-POSITION (POSIÇÃO)	Permite o ajuste vertical da posição do traço.
(12)	MODE (MODO)	Seleção do modo de operação do sistema de deflexão vertical: CH1: Habilita/desabilita a apresentação do sinal presente no canal 1 (Y1); CH2: Habilita/desabilita a apresentação do sinal presente no canal 2 (Y2); ALT: Apresenta o sinal dos dois canais simultaneamente de forma alternada, a cada varredura completa. Este modo é útil em elevadas taxas de varredura (deflexão horizontal); CHOP: Apresenta o sinal dos dois canais simultaneamente de forma “picotada”. Este modo é útil em baixas taxas de varredura (deflexão horizontal); ADD: Apresenta a soma dos sinais presentes nos dois canais. Quando a polaridade do canal 2 é invertida, pressionando o botão “CH2 INVERT”, os dois sinais são subtraídos; CH2 INVERT: Habilita a inversão de fase do sinal presente no canal 2. Em NORM, botão não pressionado, não há inversão de fase.
(13)	AC, GND, DC	Aplicável ao canal 2 o mesmo que em (6).
(14)	CH2 (Y)	Possui duas funções, pode ser utilizado como terminal de entrada, para deflexão vertical através do canal 2, ou como sinal de entrada, para deflexão vertical, no modo X-Y.

(15)	Y-POSITION (POSIÇÃO)	Permite o ajuste vertical da posição do traço.
(16)	VOLTS/DIV	Aplicável ao canal 2 o mesmo que em (8).
(17)	VARIABLE (VARIÁVEL)	Aplicável ao canal 2 o mesmo que em (9).
(18)	CH2 MAG	Aplicável ao canal 2 o mesmo que em (10).
(19)	X-POSITION	Permite o ajuste horizontal da posição do traço.
(20)	SLOP (BORDA)	Permite a escolha do "trigger" do sinal na borda de subida ou descida.
(21)	LEVEL (NÍVEL)	Ajuste do nível de "trigger".
(22)	SWEEP MODE (MODO DE VARREDURA)	Seleção do modo de operação do sistema de deflexão horizontal: AUTO: O traço é apresentado mesmo que o sinal esteja fora do nível de "trigger" e através do ajuste do nível é apresentado de forma estável. Este modo é utilizado com sinais de freqüência superior a 50Hz. NORM: Não há apresentação do sinal até que o "trigger" ocorra. O "trigger" é alcançado ajustando o controle de LEVEL, na posição apropriada em que o "trigger" ocorre o sinal á apresentado de forma estável na tela. LOCK: Apresenta a forma de onda de forma estável na tela sem o ajuste de LEVEL. SINGLE: Utilizado para produzir uma varredura simples. Pressione RESET e o circuito irá entrar no modo SINGLE. Quando um sinal alcançar o nível de "trigger" irá ocorrer uma varredura. Para nova varredura pressione RESET.
(23)	TRIG'D READY ("TRIGGER" PRONTO)	Este indicador irá acender em dois casos: Em qualquer modo diferente do SINGLE, ele irá acender quando o circuito de varredura estiver em "trigger", ou seja, quando o nível de "trigger" for alcançado, neste caso o sinal é apresentado de forma estável; no modo SINGLE, ele irá acender quando o circuito de varredura estiver pronto, ou seja o nível de "trigger" for alcançado, para que o sinal seja apresentado pressione RESET.
(24)	SEC/DIV	Seleção da taxa de varredura horizontal de acordo com a freqüência a ser medida.
(25)	VARIABLE (VARIÁVEL)	Ajuste da taxa de varredura horizontal de forma contínua, girando totalmente no sentido horário escolhido o modo calibrado (desabilitado).
(26)	MAG x5	Permite multiplicar a taxa de varredura horizontal por um fator de 5.
(27)	SLOW SWEEP (VARREDURA LENTA)	Utilizado para observar sinais de baixa freqüência.
(28)	TRIGGER SOURCE (FONTE DE "TRIGGER")	Permite a seleção de diferentes fontes de "trigger": CH1: Fonte de "trigger" proveniente do canal 1; CH2: Fonte de "trigger" proveniente do canal 2; ALT: A fonte de "trigger" é alternada entre os dois canais, permite a visualização de dois sinais sem relação entre eles; LINE: Fonte de "trigger" proveniente da alimentação; EXT: Fonte de "trigger" externa, através de um sinal proveniente do terminal de entrada (EXT INPUT).
(29)	GND	Ponto de conexão ao terra do equipamento.
(30)	AC/DC	Modo de acoplamento do sinal de "trigger" externo. Deve ser posicionada no modo DC quando a fonte de "trigger" externa é selecionada e a freqüência do sinal é muito baixa.
(31)	NORM/TV (NORMAL/TV)	Geralmente utilizado no modo NORM, se sinais de TV são medidos utilizar na posição TV.

(32)	EXT INPUT (ENTRADA EXTERNA)	Entrada do sinal de “trigger” externo.
(33)	Z INPUT (ENTRADA Z)	Entrada de sinal para modulação de intensidade do traço (INTE).
(34)	TRIGGER SIGNAL OUTPUT (SAÍDA DE SINAL DE “TRIGGER”)	Saída proveniente de CH1 ou CH2, com amplitude de 100mV/DIV com o sinal de trigger, útil para ligação de um freqüencímetro externo.
(35)	POWER PLUG WITH FUSE (CONECTOR DE ALIMENTAÇÃO COM FUSÍVEL)	Entrada de alimentação do instrumento e alojamento do fusível de proteção. Especificações do fusível: 110V → 1A 220V → 0,5A
(36)	LINE VOLTAGE SELECTION (SELEÇÃO DE TENSÃO)	Seleção da tensão de alimentação, 110V ou 220V.

5 - Operação

5.1 - Requisitos de segurança

- As condições de trabalho e a tensão de alimentação devem estar de acordo com os requisitos da especificação técnica.

- Após longos períodos sem uso, é sugerido que o instrumento seja colocado em local ventilado por algumas horas e posteriormente ligado por mais uma ou duas horas. Qualquer medição deve ser feita somente após este período.

- Não obstrua os orifícios de ventilação, observe se os mesmos estão desobstruídos. Em altas temperaturas o instrumento será danificado ou terá sua vida útil reduzida.

5.2 - Checagem das condições do instrumento

Confira se o instrumento está em condições de operação de acordo com os seguintes passos.

- Observe a aparência externa;

- Ajuste os controles de acordo com a seguinte tabela:

Nome	Posição	Nome	Posição
INTENSITY	Central	INPUT COUPLING	DC
FOCUS	Central	SWEEP MODE	Auto
POSITION	Central	SLOPE	
MODE	CH1	SEC/DIV	0,5ms
VOLTS/DIV	0,1V	TRIGGER SOURCE	CH1
VARIABLE	Totalmente no sentido horário	COUPLING	AC NORM

Ligue o instrumento, o led irá acender. Depois de um curto período de aquecimento um traço irá aparecer na tela. Ajuste INTENSITY e FOCUS até que o traço apareça “limpo”.

Selecione a atenuação das pontas de prova em x10, a seguir conecte as mesmas em CH1 e CH2. Conecte o sinal de calibração, PROBE ADJUST, em CH1 e ajuste VOLT/DIV em 10mV, a seguir gire lentamente LEVEL até que a forma de onda apareça estável. Ajuste X-POSITION e Y-POSITION até que a forma de onda apresentada seja a mesma da figura 5-1. Repita o procedimento para CH2, neste caso conecte o sinal de calibração em CH2 e altere MODE e TRIGGER SOURCE para CH2.

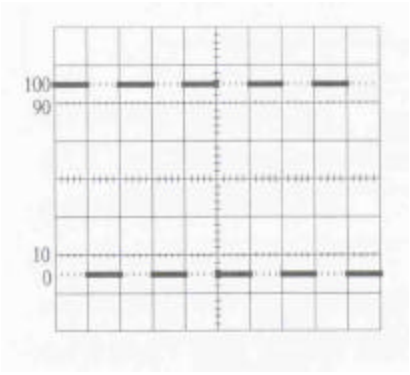


Figura 5-1 – Compensação correta

Qualquer variação no formato da onda apresentada, figuras 5-2 e 5-3, deve ser compensada através do ajuste do “trimmer” na ponta de prova em teste, figura 5-4.

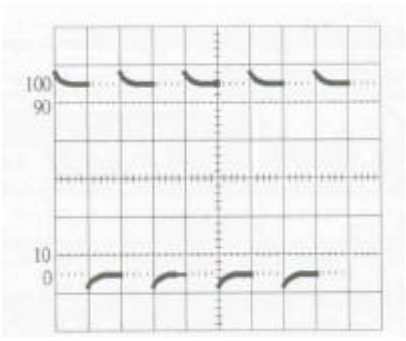


Figura 5-2 – “Overshot”

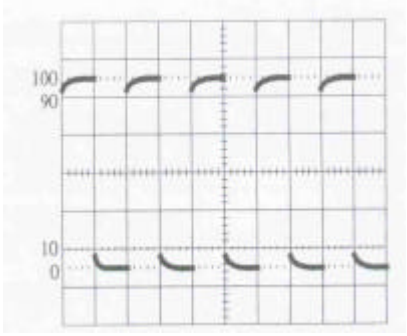
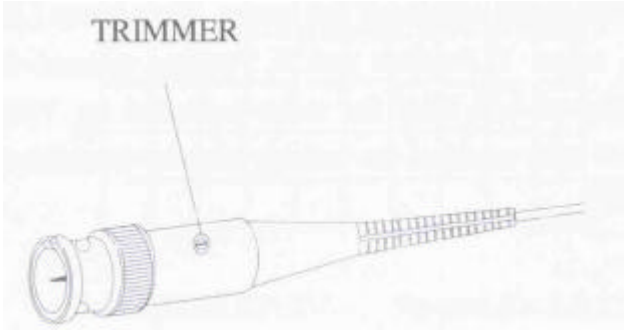


Figura 5-3 – Borda atenuada



.

Figura 5-4 – Localização do “trimmer” na ponta de prova

Após este procedimento o instrumento está em condições de ser utilizado para realização medidas

5.3 - Medições

5.3.1 - Medição de tensão

Escolha o valor de tensão, correspondente a escala vertical na tela, girando o controle VOLTS/DIV. O valor de tensão do sinal medido é obtido do valor escolhido em VOLTS/DIV e do número de divisões na tela.

Para medição de tensões AC e DC, siga os passos seguintes:

a. Medidas de tensão AC:

Se somente a componente AC do sinal é de interesse, ajuste o modo de acoplamento para AC. Ajuste VOLTS/DIV para fazer com que a forma de onda apareça completamente na tela. Então gire LEVEL até que a forma de onda fique estável. Separadamente ajuste a posição Y e X para fazer com que a leitura seja facilitada, veja figura 5-5. Com o valor indicado por VOLTS/DIV e a distância vertical nos eixos, calcule o valor da tensão através da seguinte formula:

$$V_{p-p} = V_{DIV} \times dV_{DIV}$$

Onde:
V_{p-p} → Tensão de pico-a-pico (V);
V_{DIV} → Valor selecionado em VOLTS/DIV;
dV_{DIV} → Distância vertical observada, número de divisões, entre os pontos A e B na figura 5-5.

A tensão efetiva pode ser calculada através da seguinte relação:

$$Veff = \frac{V_{p-p}}{2\sqrt{2}}$$

Onde:
V_{eff} → É a tensão efetiva (V).

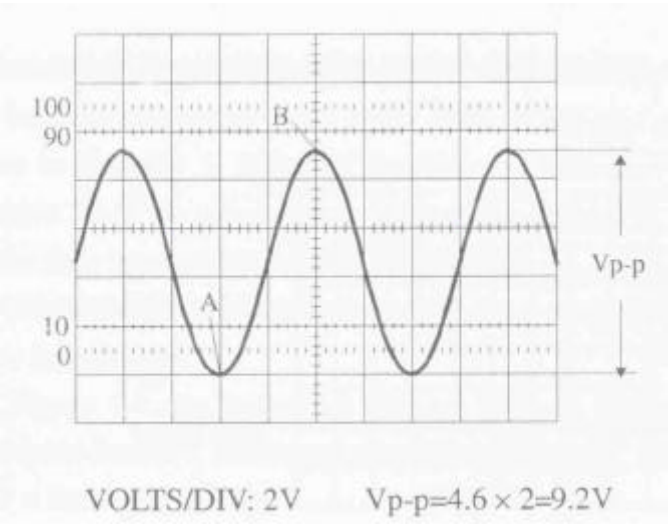


Figura 5-5 Medição de tensão AC

Importante: Se a ponta de prova estiver ajustada para x10, então o valor calculado deve ser multiplicado por 10.

b. Medidas de tensão DC:

Selecione o modo de acoplamento GND e ajuste a posição do traço, neste caso linha de base, de forma apropriada, então altere para o modo de acoplamento DC e ajuste LEVEL para sincronizar a forma de onda. Através da distância vertical do traço e da linha de base observe o valor de tensão, figura 5-6.

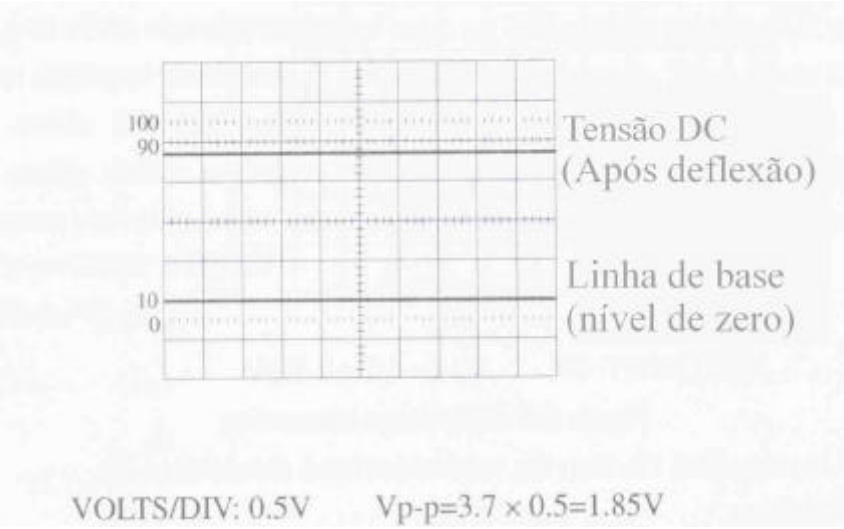


Figura 5-6 Medição de tensão DC

5.3.2 - Medição de tempo

Quando o tempo transcorrido entre dois pontos é de interesse, este pode ser obtido através do valor indicado por SEC/DIV e a distância horizontal entre estes dois pontos, uma vez que a onda(s) esteja(m) sincronizada(s). Isto é particularmente interessante para medição do período de um sinal ou atraso entre dois sinais.

Caso o controle x5 tenha sido utilizado, ajuste a posição X até obter a posição de observação apropriada e divida o valor medido por 5.

Calcule os intervalos de tempo de acordo com a seguinte relação:

$$\Delta t = \frac{dH_{DIV} \times H_{DIV}}{F_{MAG}}$$

Onde:

Dt → Intervalo de tempo;

dH_{DIV} → Distância horizontal entre os pontos;

H_{DIV} → Valor selecionado em SEC/DIV;

F_{MAG} → Fator de multiplicação horizontal (MAG x5) igual a 5, caso seja utilizado. Caso contrário igual a 1.

Exemplo 1: Na figura 5-7, a distância horizontal entre os pontos A e B é 8 DIV, a taxa de varredura está ajustada em 2ms/div, o fator de multiplicação horizontal é 1, então:

$$\Delta t = \frac{8 \times 2ms}{1} = 16ms$$

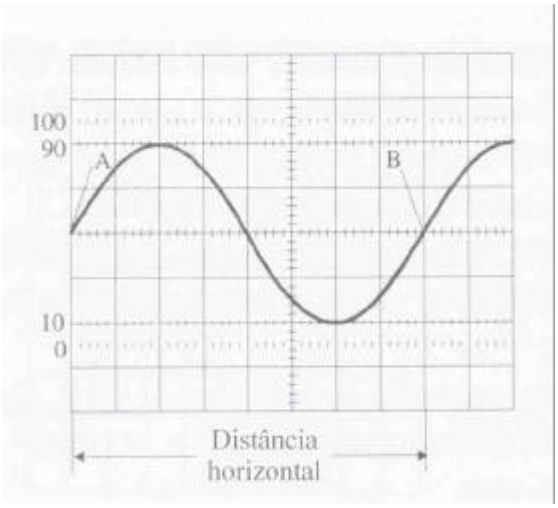


Figura 5-7 Medição de intervalos (período)

Exemplo 2: Na figura 5-8, a distância horizontal do ponto A (10% da borda de subida) ao ponto B (90% da borda de subida) é 1,8 DIV, a taxa de varredura está ajustada para 1us/div, o fator de multiplicação é 5, logo:

$$\Delta t = \frac{1{,}8 \times 1us}{5} = 0{,}36us$$

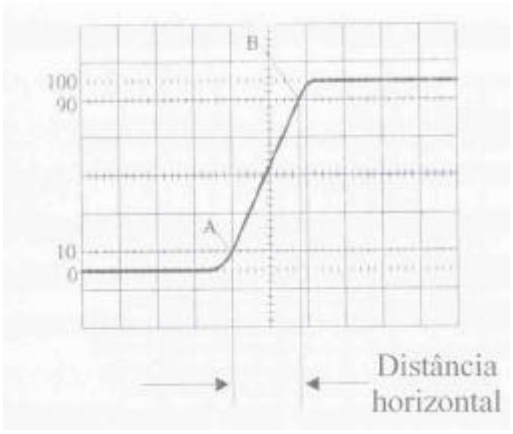


Figura 5-8 Medição do tempo de subida

5.3.3 - Medição de freqüência

Aplicável a sinais periódicos, primeiro meça o período do sinal, como apresentado em 5.3.2, e então utilize a seguinte relação:

$$F = \frac{1}{\Delta t}$$

Onde:
F → Freqüência (Hz);
Dt → Intervalo de tempo, em segundos.

Se a freqüência do sinal é muito alta, então ajuste SEC/DIV até obter a imagem de alguns períodos do sinal. Calcule a freqüência através dos períodos mostrados em 10 divisões do eixo X, isto proporciona maior precisão:

$$F = \frac{N}{H_{DIV} \times 10}$$

Onde:
N → Número de períodos,
H_{DIV} → Valor selecionado em SEC/DIV;

5.3.4 - Fase ou "atraso" entre dois sinais

De acordo com a freqüência de ambos os sinais, selecione a taxa de varredura e ajuste o modo vertical em ALT ou CHOP e a fonte de "trigger". O ajuste o nível para estabilizar a apresentação da onda. Calcule o "atraso" entre os sinais através da diferença horizontal entre dois pontos nas duas formas de onda:

$$d_{Atraso} = \frac{dH_{DIV} \times H_{DIV}}{F_{MAG}}$$

Onde:
d_{Atraso} → Atraso;
dH_{DIV} → Distância horizontal entre os pontos;
H_{DIV} → Valor selecionado em SEC/DIV;
F_{MAG} → Fator de multiplicação horizontal (MAG x5) igual a 5, caso seja utilizado. Caso contrário igual a 1.

Na figura 5-9, a taxa de varredura está ajustada em 50us/div, o fator de multiplicação horizontal é x1, e a distância horizontal entre os dois sinais medidos é 1,5 DIV, então:

$$d_{Atraso} = \frac{1{,}5 \times 50us}{1} = 75us$$

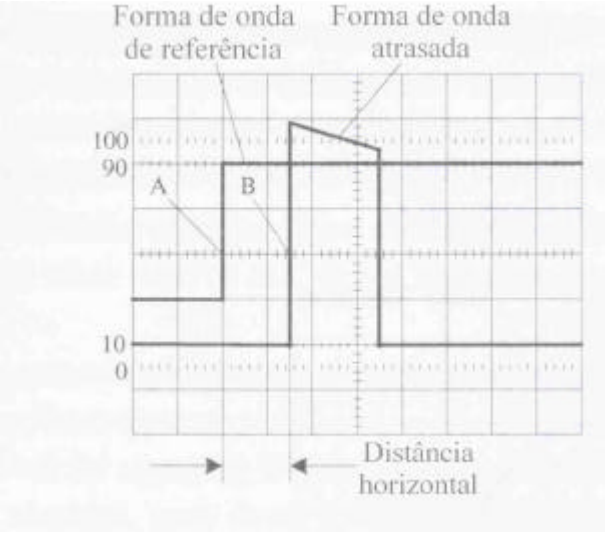


Figura 5-9 Medida de "atraso" entre dois sinais

Para medir a diferença de fase entre dois sinais, primeiro estabilize as formas de onda de acordo com o método anterior, e então ajuste VOLTS/DIV e VARIAVEL até que a amplitude dos dois canais seja igual.

Ajuste SEC/DIV para que o período da onda apareça completamente na tela, então o ângulo de fase é obtido da seguinte maneira:

Primeiro calcule:

$$F_{DIV} = \frac{360°}{d_{per}}$$

Onde:
F_{DIV} → Valor em ângulo, em graus, de cada divisão;
d_{per} → Distância horizontal de um período do sinal.

A seguir calcule a diferença de fase através da seguinte relação:

$$\Delta F = F_{DIV} \times dH_{DIV}$$

Onde:
ΔF → Diferença de fase entre os dois sinais;
dH_{DIV} → Distância horizontal entre os pontos.

Exemplo: Na figura 5-10, SEC/DIV vale 2us/div, a distância horizontal entre dois sinais medidos nos pontos A e B é de 1 DIV e o período dos sinais é 9,3 div, para encontrar a diferença de fase utilize a seguinte formula:

$$F_{DIV} = \frac{360°}{9{,}3} = 38{,}7^{o}$$

$$\Delta F = 38{,}7 \times 1 = 38{,}7^{o}$$

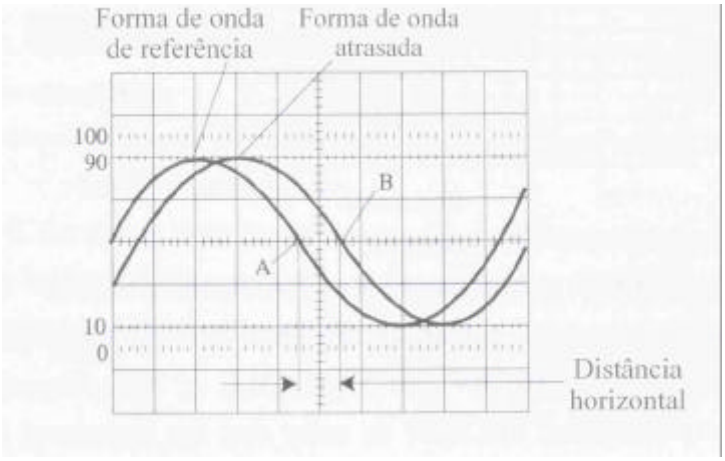


Figura 5-10 Medida da diferença de fase entre dois sinais

Observação: Este tipo de medida só é aplicável a sinais de mesma freqüência.

5.3.5 - Medidas de dois sinais distintos

Se dois sinais distintos devem ser medidos, ajuste o modo vertical em ALT, pressione CH1 e CH2, e ajuste LEVEL para sincronizar as formas de onda.

Considerações importantes:

a. A freqüência do sinal medido não deve ser muito baixa, este tipo de medida só é aplicável quando o modo vertical é ALT;

b. Se não há sinal em um dos canais a sincronização não será possível.

5.3.6 - Medidas de sinais em TV

Este osciloscópio possui um circuito para separação dos sinais de sincronismo utilizados em TV. Se um sinal TV-V for observado, escolha o modo de acoplamento de "trigger" em TV. Selecione a borda de "trigger" de acordo com o sinal medido e ajuste LEVEL para estabilizar o sinal.

Se o sinal TV-H for medido, coloque o modo de sincronização em NORM.

5.3.7 - Modo X-Y

Em alguns casos especiais, a rotação do traço é controlada por sinais externos. Neste caso a deflexão horizontal (eixo-X) é controlada pelo sinal presente na canal 1 e a deflexão vertical (eixo-Y) pelo sinal no canal 2. Este modo de operação é particularmente útil para observação do diagrama de Lissajous.

Operação no modo X-Y: Gire totalmente SEC/DIV no sentido anti-horário. Coloque o sinal referente ao eixo X no canal 1 e observe o fator de deflexão indicado através de VOLTS/DIV deste canal. A sensibilidade do eixo X é controlada pelo fator de multiplicação horizontal x5. Proceda da mesma forma em relação ao canal 2, observando que a deflexão do sinal presente neste canal será em relação ao eixo Y.

5.3.8 - Controle de intensidade externo

O sinal de modulação de intensidade do traço (INTE) é aplicado no conector Z-axis na traseira do equipamento. A polaridade deste sinal é: negativa para maior brilho e positiva para menor brilho. Ele é freqüentemente utilizado quando a forma de onda medida atuar sobre a intensidade do traço.

6 - Testes de performance e calibração do instrumento

Com o objetivo de manter o instrumento em boas condições de trabalho após longos períodos de uso, é necessário realizar uma verificação e calibração completa no mesmo. A localização dos ajustes de calibração é apresentada na figura 6-1.

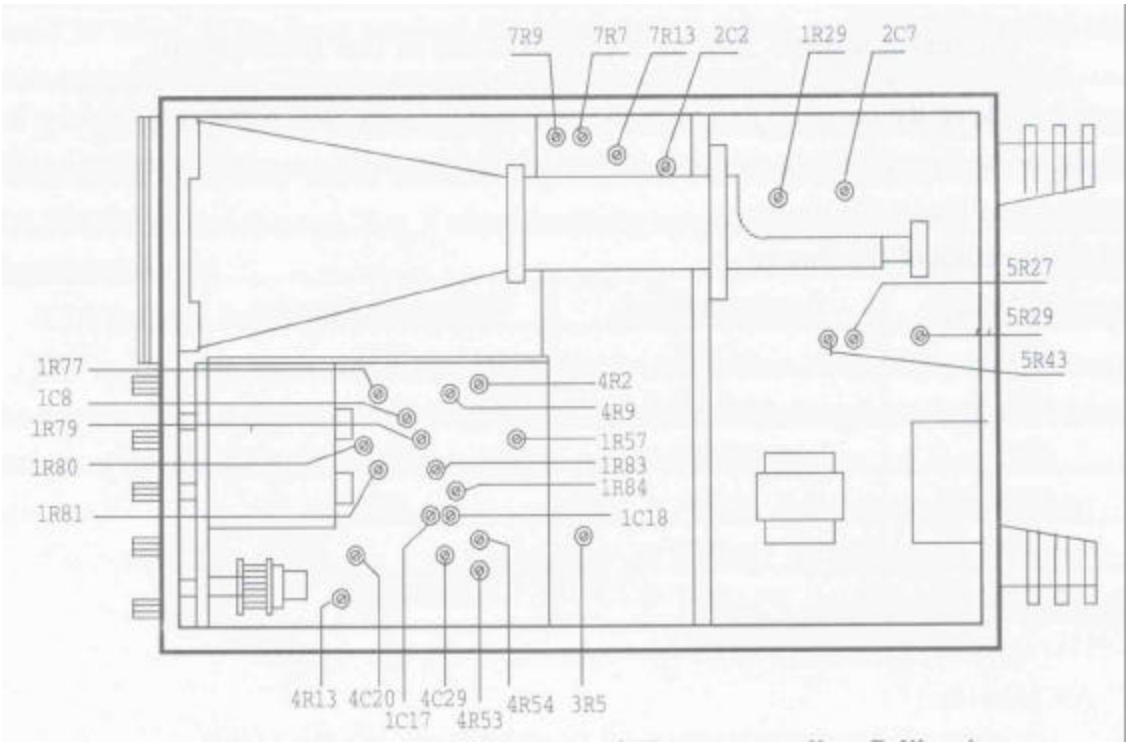


Figura 6-1 – Localização dos ajustes para calibração

6.1 - Calibração da fonte de alimentação

Tensão padrão	Variação permitida	Ajuste
+5V	±0,2V	5N3
+9V	±0,2V	5N1
-9V	±0,2V	5N2
+150V	±5V	5R5
+230V	±10V	
-1500V	±50V	5R9

6.2 - Calibração do sistema de imagem (CRT)

- Ajuste os controles no painel do aparelho de forma a obter um traço na tela com uma taxa de varredura moderada. Faça o ajuste de INTENSITY em um terço do curso total, varie 5R27 para alterar a persistência do sinal. A seguir desloque o traço para cima e para baixo, e ajuste 5R29 até que não seja observada distorção na forma de onda;
- Selecione X-Y MODE e ajuste a posição do ponto até que o mesmo possa ser observado, então ajuste FOCUS e 5R43 simultaneamente, até que ponto se torne fino e redondo.

6.3 - Ajuste do sinal de calibração

Aplique um sinal padrão externo, com as mesmas características do sinal de calibração interno, alternadamente no mesmo canal. Observe a diferença entre eles, então ajuste 7R13 até que esta diferença seja a menor possível. Ajuste 7R9 para obter uma forma de onda simétrica. Meça a freqüência do sinal de calibração interno com auxílio de um freqüencímetro e, caso seja necessário, ajuste o valor desta em 7R7.

6.4 - Ajuste do sistema de deflexão vertical

- Calibração da simetria DC – Ajuste Y-POSITION até que o traço referente a Y1, canal 1, apareça na tela. A seguir ajuste 1R77 até obter a menor posição quando VARIABLE é girado. Repita o mesmo processo para Y2, canal 2, agora ajustando 1R81;
- Ganho vertical – Selecione Y1 e VOLTS/DIV em 0,1V. Gire totalmente VARIABLE no sentido horário. Aplique o sinal de calibração no canal em questão e ajuste 1R79 até que a amplitude apresentada ocupe 5 divisões. A seguir coloque VOLTS/DIV em 0,5V e selecione o MAG x5, então ajuste 1R8 até que a amplitude ocupe 5 divisões novamente. Repita o processo para Y2, ajustando 1R83 e 1R84, respectivamente;
- Calibração da compensação da atenuação em freqüência para o eixo-Y – Aplique um sinal padrão de 1KHz nos dois canais, de acordo com a atenuação da forma de onda, ajuste os elementos apresentados na figura 6-2 até obter a compensação correta;

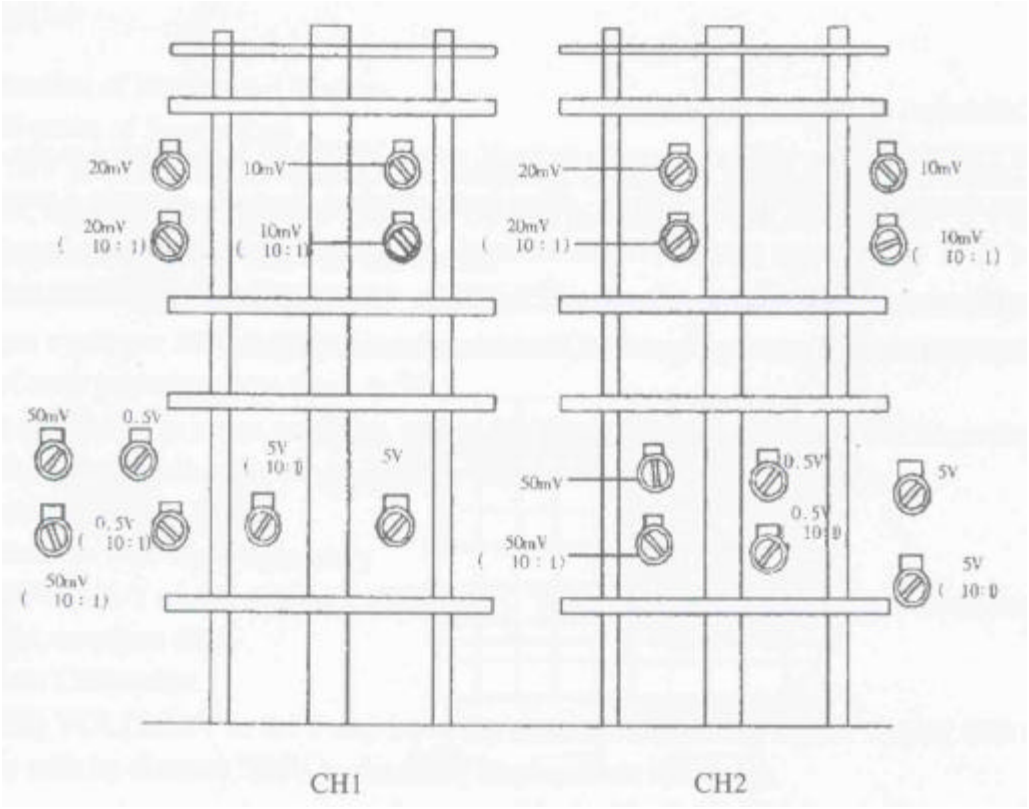


Figura 6-2 – Posição dos elementos

- Calibração do tempo de subida – Para ambos os canais, selecione VOLS/DIV em 5mV e gire VARIABLE totalmente no sentido horário. Aplique uma forma de onda quadrada com tempo de subida menor, ou igual, a 1ns no canal 1 e ligue uma terminação resistiva de 50Ω em paralelo neste canal. Ajuste a amplitude do sinal até que o mesmo ocupe 5 divisões. Faça o mesmo para o canal 2. Repita o processo

ajustando 1C8(CH1), 1C17, 1C18(CH2), 2C2, 2C7 até obter a melhor compensação como apresentado na figura 6-3, tempo de subida menor ou igual a 18ns.

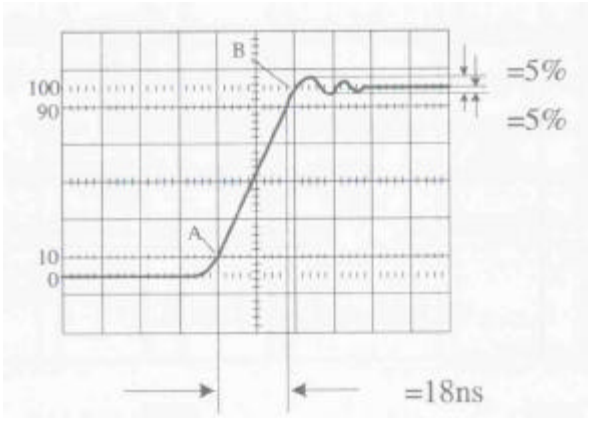


Figura 6-3 - Calibração do tempo de subida

6.5 - Calibração do sistema de deflexão horizontal

- Calibração da taxa de varredura – Selecione SEC/DIV em 0,5ms e gire totalmente VARIABLE no sentido horário. Aplique um sinal padrão com período de 0,5ms e ajuste 4R53 até que cada período ocupe uma divisão na tela. Selecione MAG x5 e ajuste 4R54 até que um ciclo ocupe 5 divisões. A seguir desabilite MAG x5, selecione SEC/DIV em 0,2ms e aplique um sinal de período igual a 0,2ms. Então ajuste 4C20 até que um ciclo por divisão seja apresentado na tela. Verifique cada uma das taxas de varredura certificando-se que em cada uma delas a variação esteja abaixo de ±5%.
  Quando a taxa de varredura é muito alta, ajuste 4C29 para realizar a compensação.

Importante: Seja cuidadoso na realização destes ajustes pois eles interagem uns com os outros.

6.6 - Calibração do modo X-Y

- Calibração da simetria do eixo-X – Selecione X-Y MODE e gire totalmente, nos dois sentidos, POSITION, observe se o ponto acompanha este movimento, movimentando-se da esquerda para direita, se necessário faça o ajuste de 4R2;
- Calibração do ganho X – Selecione no canal 1 VOLTS/DIV em 0,1V e aplique o sinal de calibração interno neste canal, ajuste 4R9 até que os dois pontos mostrados fiquem distanciados, horizontalmente, em 5 divisões.

Considerações finais

Qualquer dúvida, crítica ou sugestão, por favor, entre em contato com o tradutor, através do e-mail abaixo:

igormm@bol.com.br

Esta tradução está disponível no seguinte endereço:

www.vespanet.com.br/~igor/osciloscopio/manual/

Finalmente, agradeço a todos pelo interesse.